

# **PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES REPRESENTASI THERMODYNAMICS CONCEPT INVENTORY UNTUK MENGUKUR KONSISTENSI PEMAHAMAN SISWA SMA**

**Murdiyah<sup>1</sup>, I Komang Werdhiana dan Marungkil Pasaribu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Sains Program Pascasarjana Universitas Tadulako

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Pendidikan Sains Program Pascasarjana Universitas Tadulako

## **Abstract**

*This research is a development, or the Research and Development (R & D) to adapt the model development Borg and Gall. This model development consists of 10 stages then were simplified into 3 phases: preliminary study, instrument development, and evaluation / testing instruments. The research started by developing a test instrument representation Thermodynamics Concept Inventory (TCI) that was implemented at senior high school students. The subjects were students of class XI SMA Negeri 9 Palu, SMAN 7 Palu, MAN 2 Model Palu, SMK Negeri 5 Palu year of 2014/2015 with the number of the students 15 peoples on limited testing and 70 peoples on a large scale test. Results of the research is a representational of test instruments TCI as many as 24 items. Characteristics items TCI representation of test instruments that have been developed to get the criteria for a valid instrument biserial correlation coefficient point average of 0.64, the value of reliability coefficient 0.912, index of difficulty about 0.55 and index of discrimination about 0.54 Level consistency of understanding the concept thermodynamics of high school students using the test TCI representation on scientific consistency and consistency of representation is low, namely 24% and 30%. Test Representational of TCI to measure the consistency understanding of high school students have got the quality of a good instrument to obtain the test instrument is ready for using.*

**Keywords:** *instrument development, representation, thermodynamics concept inventory, consistency of understanding*

Instrumen tes multiple choice yang dikenal luas untuk menyelidiki pemahaman konsep siswa adalah *concept inventory* (CI). CI merupakan suatu alat yang sangat unggul dalam penilaian belajar siswa dan inovasi kurikulum (Gray et al, 2005). Instrumen ini sangat tepat untuk mengukur pemahaman karena menggunakan metodologi baru yang unggul dengan validasi cukup efektif. Kurangnya pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar fisika, merata dialami siswa yang pada umumnya disebabkan kesalahpahaman (miskonsepsi) terhadap suatu konsep (Hestenes et al., 1992). Pengembangan instrumen CI dalam pengajaran menggunakan metodologi baru untuk menciptakan kerangka konseptual, lebih fokus dan berbasis pada konsep dasar fisika, dengan sedikit atau tanpa matematika dan berbeda dengan pendekatan tradisional yang

selalu memperkenalkan definisi dalam bentuk matematika (Gautreau & Novemsky, 1997).

Pembelajaran fisika sangat memerlukan pemahaman konsep dan kemampuan siswa dalam menginterpretasi berbagai representasi pada saat menyelesaikan soal. Kohl & Finkelstein (2006) kemampuan menginterpretasi berbagai representasi sangat diperlukan, agar dapat menerapkan berbagai konsep dalam memecahkan masalah-masalah secara tepat.

Ainsworth (2006), konsistensi respon siswa dalam memahami konsep fisika menuntut pemahaman yang lebih dari siswa untuk melihat kesetaraan dari permasalahan fisika yang dituangkan dengan berbagai cara. Dengan pemahaman yang lebih mendalam akan menjadikan seorang siswa konsisten terhadap apa yang dia pahami dan diyakini

kebenarannya. Dampak tidak langsung dari kekonsistenan tersebut adalah konsistensi representasi, walaupun apa yang dia yakini tidak benar secara ilmiah hanya melihat kesetaraan dari segi representasi yang berbeda dan konsistensi ilmiah yang dia yakini benar (Aminudin dkk, 2013).

Instrumen CI dalam versi representasi yang sudah dikembangkan adalah *Representational Variant of the Force Concept Inventory* (RFCI). Menurut Nieminen (2010) RFCI berhasil menafsirkan representasi konsistensi kemampuan siswa SMA di Finlandia sejumlah 168 dalam konteks gaya. Dalam pengembangannya RFCI menggunakan sembilan item FCI dari versi 1995. Beberapa item asli FCI didesain ulang menggunakan berbagai representasi seperti gambar gerak, vektorial dan grafik sehingga menghasilkan 27 soal pilihan ganda tentang empat konsep tentang gaya sentral : hukum Newton pertama, kedua, dan ketiga, dan gravitasi.

Pengembangan instrumen CI dalam konsep termodinamika dihasilkan *Thermodynamics Concept Inventory* (TCI) versi "**Beta**". Instrumen TCI ini diterapkan pada mahasiswa teknik mesin Universitas Alabama selama tahun akademik 2001-2002. Instrumen versi Beta berisi 30 item dari 7 sub konsep termodinamika yaitu : konsep dasar dan definisi, kerja, temperatur, kalor, proses termodinamika, hukum pertama dan kedua termodinamika, dan konversi panas (*entropy*).

Nelson (2007) menyatakan bahwa beberapa materi yang sangat penting tetapi sulit untuk dipahami siswa sehingga kemungkinan menimbulkan miskonsepsi. Seperti pada materi termodinamika, yaitu pada pokok bahasan entropi dan hukum II termodinamika. Sedangkan pada hukum I termodinamika sudah cukup, yaitu 8 dari rasio 10. Meskipun begitu, kesalahpahaman atau miskonsepsi masih terjadi walaupun hanya sedikit, tetapi karena materi ini menempati posisi 10 dari rasio 10 maka materi ini juga sangat penting untuk dikaji.

Berdasarkan hal tersebut, maka adanya pengembangan instrumen tes representasi pada

konsep termodinamika sangat penting untuk dilakukan. Urgensi penelitian pengembangan ini adalah diperolehnya sebuah model instrumen tes representasi *TCI* untuk mengukur konsistensi pemahaman siswa SMA dengan mengadopsi model RFCI yang sudah diterapkan sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengembangkan instrumen tes representasi *Thermodynamics Concept Inventory* untuk mengukur konsistensi pemahaman siswa SMA. 2) Mengetahui konsistensi pemahaman siswa SMA yang diukur dengan instrumen tes *representasi Thermodynamics Concept Inventory*

## METODE

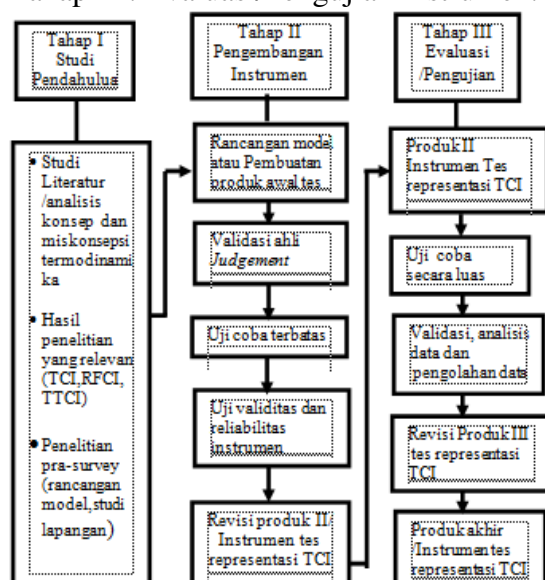
Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan, mengadaptasi dari model *Educational Research & Development* (R & D) yang dikemukakan Borg & Gall (1989). Desain R & D dari Borg & Gall terdiri dari 10 (sepuluh) langkah. Adapun bagan langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Penelitian dan pengumpulan informasi (*research and information collecting*) yakni studi pendahuluan, pengumpulan data awal termasuk didalamnya kegiatan membaca literatur, mengkaji landasan teoritis dan hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan, observasi, dan persiapan laporan.
- 2) Perencanaan (*planning*). Menyusun rencana penelitian meliputi kemampuan-kemampuan yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian, menentukan tujuan yang hendak dicapai, dan menentukan urutan kegiatan
- 3) Pengembangan model awal (*develop preliminary form of product*) kegiatan menyiapkan perlengkapan dan instrumen evaluasi.
- 4) Uji coba terbatas terhadap model awal (*preliminary field testing*). Uji coba yang melibatkan satu kelas subjek uji coba. Dalam kegiatan ini siswa diberi instrumen tes.
- 5) Hasil tes dianalisis validitas dan reliabilitasnya.

- 6) Uji coba lapangan (*main field testing*). Melakukan uji coba yang lebih luas, melibatkan tiga kelas dari tiga sekolah.
- 7) Revisi model hasil uji coba lapangan (*operational field testing*). Memperbaiki menyempurnakan model awal hasil uji coba lapangan.
- 8) Uji coba lapangan secara operasional (*operational field testing*). Hasil dianalisis untuk menentukan produk sudah layak atau belum.
- 9) Revisi model akhir (*final product revision*). Penyempurnaan model dilakukan berdasarkan hasil uji coba lapangan secara operasional.
- 10) Diseminasi dan implementasi (*dissemination and implementation*). Melaporkan hasilnya kepada berbagai pihak, baik melalui pertemuan profesional, jurnal maupun publikasi lainnya.

Berdasarkan tahapan penelitian yang dikembangkan oleh Borg & Gall (1989) maka dalam penelitian ini dilakukan penyederhanaan tahapan menjadi tiga tahap (Tim Puslitjankov, 2008), yaitu :

- 1) Tahap I: Studi Pendahuluan
- 2) Tahap II :Pengembangan Instrumen
- 3) Tahap III: Evaluasi/Pengujian Instrumen.



Gb 1 Diagram Alur Penelitian

Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah 85 orang siswa kelas XI SMA dan sederajat yang ada di Kota Palu, yaitu SMA Negeri 9 Palu, SMA Negeri 7 Palu, MAN 2 Model Palu, dan SMK N 5 Palu. Subjek uji coba terbatas sebanyak 15 orang dan uji skala luas sebanyak 70 orang. Data yang dikumpulkan pada tahap uji coba lapangan berupa data jawaban siswa dan data skor siswa. Data tersebut dianalisis dengan menggunakan analisis butir yang mencakup uji validitas butir, uji reliabilitas tes, uji tingkat kesukaran butir soal, uji daya beda butir soal, dan analisis efektivitas pengecoh. Indeks validitas butir diuji dengan formula *korelasi point biserial* menggunakan program *Microsoft excel* (fungsi CORREL). Untuk menentukan nilai minimum koefisien reliabilitas butir soal  $r_{pbi}$  yang dapat diterima adalah  $0.00 + 2\hat{\sigma}_p$  dan  $\hat{\sigma}_p = \frac{1}{\sqrt{N-1}}$ ,

N adalah jumlah subjek dan  $\hat{\sigma}_p$  adalah *standard error* (Crocker & Algina, 1986). Indeks reliabilitas tes ditentukan dengan formula KR-20. Proses analisis butir dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Excel*. Adapun tolak ukur untuk menginterpretasikan derajat reliabilitas instrument tes yang diperoleh sesuai dengan tabel berikut:

Tabel 1. Interpretasi Reliabilitas

Kofisien Korelasi (r)	Kriteria Reliabilitas
$0,81 < r \leq 1,00$	sangat tinggi
$0,61 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,41 < r \leq 0,60$	Cukup
$0,21 < r \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r \leq 0,20$	Sangat rendah

(Arikunto, 2005)

Untuk menentukan tingkat kesukaran butir soal, soal-soal dalam tes dapat dikelompokkan sebagai berikut: 1) Sangat mudah dengan indeks kesukaran 0,85 – 1,00; 2) mudah (*Moderately Easy*) dengan indeks kesukaran 0,60 – 0,85; 3) sukar (*Moderately Difficult*) dengan indeks kesukaran 0,35 – 0,60; 4) Sangat sukar dengan indeks kesukaran 0,00 –

0,35 (Allain, 2001). Untuk menginterpretasikan indeks diskriminasi berdasarkan kriteria nilai D menurut Ebel dalam Crocker & Algina (1986): 1) Jika  $D \geq 0,40$ , butir soal berfungsi memuaskan (*quite satisfactorily*); 2) Jika  $0,30 \leq D \leq 0,39$ , sedikit atau tanpa revisi diperlukan; 3) Jika  $0,20 \leq D \leq 0,29$ , butir soal *marginal* dan membutuhkan revisi; 4) Jika  $D \leq 0,19$ , butir soal harus dieleminasi atau direvisi seluruhnya.

Untuk mengukur konsistensi pemahaman siswa

1. Konsistensi pemahaman konsep dibagi menjadi dua kategori yaitu konsistensi representasi dan konsistensi ilmiah. Berdasarkan rata-rata poin pada konsistensi representasi maupun konsistensi ilmiah menurut Nieminen (2010) dikategorikan menjadi tiga level: a). Level I : Jika rata-rata poin 1,7 keatas (85%) adalah kategori konsisten. b). Level II : Jika rata-rata poin 1,2 sampai dengan 1,7 (60% -85%) adalah kategori kurang konsisten. c). Level III : Jika rata-rata poin kurang dari 1,2 adalah kategori tidak konsisten.
2. Menentukan persentase siswa yang mempunyai kemampuan pada representasi verbal, gambar dan grafik pada materi termodinamika. Untuk mengetahui persentase keberhasilan digunakan perbandingan jumlah siswa benar dan salah dengan jumlah siswa (N) dikalikan 100% (Sudijono, 2003).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengembangan instrumen ini meliputi: 1) Kisi-kisi Penulisan Instrumen Tes Representasi *Thermodynamics Concept Inventory (TCI)*. Kisi-kisi (*blueprint*) penulisan instrumen tes terdiri atas 7 komponen yaitu: a) Standar Kompetensi b) kompetensi dasar, c) Materi/Tema d) indikator e) Representasi f) No Soal. g) Kunci. Sedangkan instrumen tes representasi TCI yang divalidasi oleh ahli sebanyak 27 butir soal. Distribusi soal untuk masing-masing materi/tema adalah materi teori

kinetik gas 9 soal, usaha pada termodinamika 6 soal, hukum I termodinamika, hukum II termodinamika 6 soal, mesin Carnot 3 soal, entropi 3 soal.

Berdasarkan analisis data penilaian dari dua orang validator, yang terdiri dari validator ahli evaluasi dan validator ahli materi maka perlu perbaikan pada indikator soal, representasi pada soal seharusnya diacak antara verbal, grafik, dan diagram/gambar. Validasi yang dilakukan oleh ahli evaluasi dan ahli materi ada beberapa saran dan masukan terhadap beberapa soal yang perlu direvisi. Adapun yang perlu direvisi berkaitan dengan pilihan jawaban, gambar kurang jelas, grafik kurang tepat. Soal yang disarankan direvisi terdapat pada nomor 1, 3, 4,6, 7,9, 10 13,14, 17, 18, 19.

Hasil uji coba terbatas dianalisis dengan tes klasik atau *classical test theory* (CTT) dan teori respon butir atau *item respon theory* (IRT). Nilai rata-rata koefisien biserial yang diperoleh adalah  $r_{pbi} = 0,58$ . Nilai minimum koefisien korelasi biserial yang dapat diterima dengan jumlah subjek sebanyak 15 siswa adalah 0,54. Reliabilitas soal diuji dengan Kuder Richardson 20 (KR20). Tingkat reliabilitas tes sangat baik dengan nilai  $r = 0,968$ . Hasil analisis uji coba terbatas dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2. Hasil Anaalisis Soal Uji Coba Terbatas**

Item	% Jawaban					Tingkat Kesukara	Daya Pembeda	Koefisien Biserial
	A	B	C	D	E			
1	86+	0	7	0	7	0,87	0,00	0,02
2	13	7+	66	7	7	0,67	0,3	0,59
3*	7	33	20	20+	20	0,33	0,6	0,55
4*	7	7	13	66	7+	0,60	0,9	0,68
5*	13	13+	13	13	48	0,47	0,71	0,55
6*	7	54+	13	13	13	0,53	0,86	0,88
7	7	60	13	13+	7	0,60	0,3	0,32
8*	7	7	13	60+	13	0,60	0,7	0,66
9*	13	60+	7	13	7	0,60	0,9	0,68
10	7	13	66+	7	7	0,67	0,3	0,59
11	7	7	60+	7	13	0,67	0,3	0,59
12*	13	7	53+	7	13	0,53	0,71	0,88
13	7	13	66+	7	7	0,67	0,3	0,59
14	79+	7	7	0	7	0,80	0,2	0,01
15	7	7	7	13	66+	0,67	0,3	0,59
16*	20	27+	20	20	13	0,27	0,4	0,55
17*	13	13	13+	67	13	0,53	0,72	0,58
18*	7	72+	7	7	7	0,73	0,4	0,71
19*	13	13	13	13	47+	0,47	0,86	0,72
20	13	7	66+	7	7	0,67	0,3	0,55
21*	13	7	60+	7	13	0,60	0,9	0,57
22*	7	53+	20	7	13	0,53	0,9	0,88
23*	7	72+	7	7	7	0,73	0,4	0,71
24	79+	7	7	0	7	0,80	-0,2	-0,2
25*	7	7	7	72+	7	0,73	0,4	0,71
26*	20	13+	27	20	20	0,27	0,6	0,63
27	7	7	66+	13	7	0,67	0,3	0,55

Keterangan:

+ = kunci jawaban

\* = soal dengan daya pembeda baik

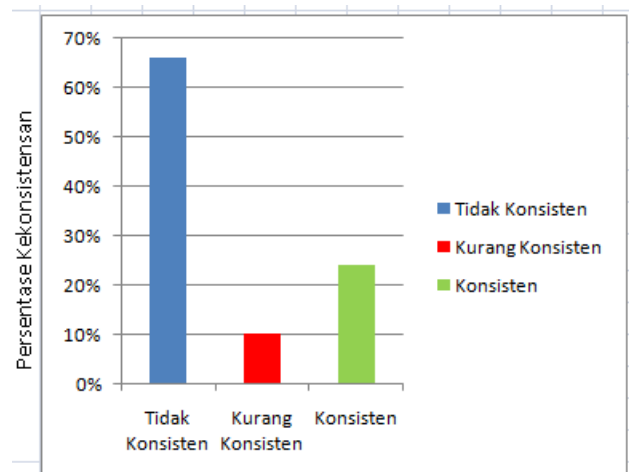
- = soal dengan daya pembeda kurang

Berdasarkan daya pembeda terdapat 16 soal yang baik yaitu soal nomor 3,4,5,6,8,9,12,16,17,18,19,21, 22, 23, 25 dan 26. Sedangkan soal soal yang perlu direvisi sebanyak 8 karena  $0,20 \leq D \leq 0,29$  yaitu nomor 2,7,10,11,13,15, 20, dan 27. Tiga soal yang bermasalah yaitu soal no 1, 14, dan 24, karena memiliki daya beda  $D \leq 0,19$  (Crocker & Algina, 1986).

Hasil analisis efektifitas pengecoh (distrktor) soal no 1 pengecoh B dan D tidak berfungsi dengan baik karena 0% jawaban siswa ( sama sekali tidak diminati siswa). Soal no 14 dan 24 pengecoh D tidak berfungsi dengan baik karena 0% siswa menjawab. Soal yang pengecohnya berfungsi dengan baik sebanyak 24 soal karena dipilih paling sedikit 7% siswa yang memilih alternatif jawaban A,B,C,D, maupun E. Sedangkan menurut Fernandes (1984) kriteria pengecoh dapat berfungsi dengan baik jika paling sedikit dipilih oleh 2% peserta tes. Berdasarkan empat

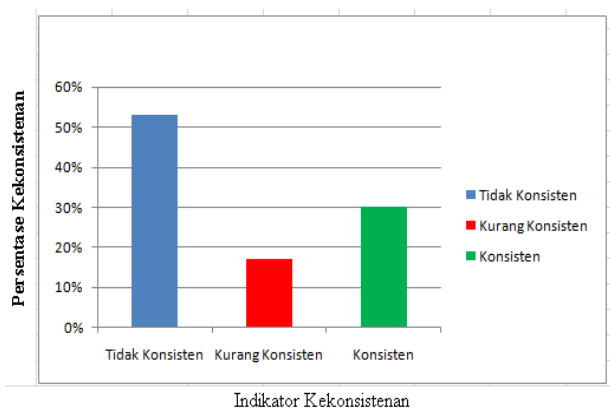
kriteria keputusan penilaian yaitu tingkat kesukaran, daya beda soal, reliabilitas, dan validitas soal terdapat 24 soal yang layak digunakan, dan 3 soal gugur (ditolak). Gugurnya 3 soal sebanyak masih tergolong wajar, hal ini disebabkan karena ketiga soal tersebut tidak dapat membedakan antara siswa yang menguasai materi dan siswa yang tidak menguasai materi dalam mengerjakan soal.

Hasil analisis jawaban pada uji skala luas menunjukkan tingkat konsistensi ilmiah 66 % atau 46 siswa berada dalam tingkat tidak konsisten, 10 % atau 7 siswa berada dalam tingkat cukup (kurang) konsisten dan 24 % atau 17 siswa berada dalam tingkat konsisten. Tingginya jumlah siswa yang tidak konsisten maupun memiliki tingkat pemahaman yang rendah dibandingkan siswa yang konsisten dan memiliki tingkat pemahaman yang tinggi disebabkan karena siswa kurang mengerjakan soal-soal dalam berbagai representasi sehingga tidak memahami suatu konsep. Adapun level konsistensi ilmiah dapat dilihat pada Gambar 1

**Gb.2 Grafik Level Konsistensi Ilmiah**

Hasil yang diperoleh tingkat konsistensi representasi siswa SMA, 53%

atau 37 siswa beradadalam tingkat tidak konsisten, 17% atau 12 siswa berada dalam tingkat cukup konsisten dan 30% atau 21 siswa berada dalam tingkat konsisten, yang dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 3. Grafik Level Konsistensi Representasi**

Jika dibandingkan hasil penelitian (Nieminen, 2010) terdapat sedikit perbedaan yaitu pada konsistensi representasi tingkat tidak konsisten siswa, tetapi sudah sesuai pada tingkat konsistensi ilmiah yaitu persentase tertinggi pada tingkat tidak konsisten. Perbedaan ini disebabkan karena siswa tidak memahami konsep hanya menjawab secara spekulasi dari ketiga representasi jawaban sehingga tidak memiliki korespondensi (poin 0).

Berdasarkan hasil analisis butir uji skala luas, dari 24 item diperoleh validitas  $r_{pbi}$  terendah pada soal no 24 dengan  $r_{pbi} = 0,38$  sedangkan  $r_{pbi}$  rata-rata untuk jumlah subjek 70 adalah 0,64. Nilai minimum koefisien korelasi biserial titik untuk jumlah subjek 70 adalah

0,24. Dengan demikian secara keseluruhan item dinyatakan valid.

Reliabilitas soal diuji dengan Kuder Richardson 20 (KR20) menghasilkan tingkat reliabilitas sangat baik dengan nilai  $r = 0,912$ . Analisis butir soal selanjutnya dengan menggunakan IRT dua parameter yaitu indeks kesukaran dan daya beda soal.

Dari analisis diperoleh indeks kesukaran menunjukkan kategori hasil yang bervariasi antara mudah, sedang dan sukar. Sedangkan berdasarkan kriteria Ebel pada analisis daya beda soal memperoleh hasil 14 soal berfungsi sangat memuaskan (*quite satisfactorily*) yaitu soal nomor 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 17, 19, 20, dan 23 karena memiliki daya beda  $D \geq 0,40$ . Soal yang sedikit atau tanpa diperlukan revisi sebanyak 5 yaitu terdapat pada soal nomor 1, 10, 12, 16, dan 22 karena memiliki daya beda  $0,30 \leq D \leq 0,39$ . Butir soal marginal yang memerlukan revisi sebanyak 5 soal, yaitu nomor 9, 13, 18, 21 dan 24 karena memiliki daya beda  $0,20 \leq D \leq 0,29$ . Hubungan antara analisis soal dengan tema, kontek maupun representasi dapat dilihat pada Tabel 3

**Tabel 3. Hubungan Tema dan Representasi Serta Analisis Soal**

No So al	Tema	Konsep	Representasi	Koefisien	Biserial	Reliabilitas	Indeks	Kesukaran	Daya Pembeda
1	T1	Hukum I termodinamika	Gf	0,7	0,9	0,6	0,3		
2	T2	Entropi	Gb	0,6	0,9	0,2	0,7		
3	T3	Teori Kinetik Gas	Vb	0,7	0,9	0,5	0,4		
4	T4	Hukum I termodinamika	Gf	0,9	0,9	0,5	0,5		
5	T5	Teori Kinetik Gas	Vb	0,8	0,9	0,5	0,5		
6	T6	Hukum II termodinamika	Dg	0,7	0,9	0,5	0,4		
7	T5	Teori Kinetik Gas	Gf	0,6	0,9	0,6	0,4		
8	T1	Hukum I termodinamika	Dg	0,6	0,9	0,5	0,4		
9	T7	Usaha Pada Proses termodinamika	Vb	0,6	0,9	0,6	0,4		
10	T8	Hukum II termodinamika	Gf	0,7	0,9	0,6	0,3		
11	T6	Hukum II termodinamika	Gb	0,8	0,9	0,4	0,5		
12	T4	Hukum I termodinamika	Vb	0,7	0,9	0,6	0,3		
13	T3	Teori Kinetik Gas	Gf	0,4	0,9	0,6	0,2		
14	T4	Hukum I termodinamika	Gb	0,7	0,9	0,5	0,5		
15	T8	Hukum II termodinamika	Vb	0,5	0,9	0,5	0,4		
16	T7	Usaha Pada Proses termodinamika	Gb	0,7	0,9	0,6	0,3		
17	T1	Hukum I termodinamika	Dg	0,8	0,9	0,5	0,4		
18	T2	Entropi	VB	0,6	0,9	0,6	0,4		
19	T5	Teori Kinetik Gas	Gf	0,5	0,9	0,6	0,3		
20	T6	Hukum II termodinamika	Dg	0,8	0,9	0,7	0,3		
21	T7	Usaha Pada Proses termodinamika	Gf	0,5	0,9	0,7	0,2		
22	T2	Entropi	Vb	0,7	0,9	0,6	0,3		
23	T8	Hukum II termodinamika	Gf	0,5	0,9	0,2	0,7		
24	T3	Teori Kinetik Gas	Dg	0,4	0,9	0,6	0,3		

Keterangan : Vb = verbal

Gf = grafik

Gb = gambar

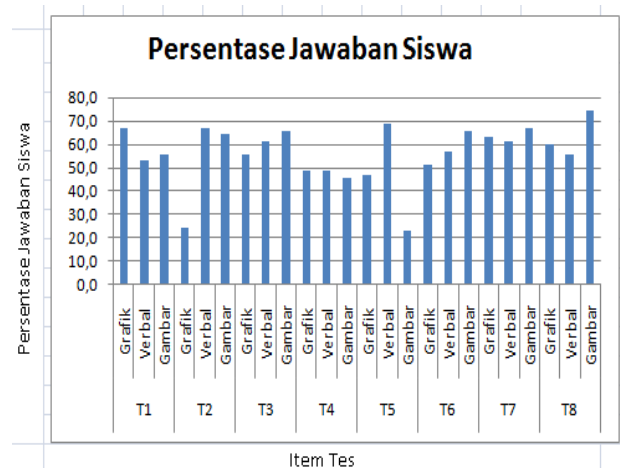
Dg = diagram



Berdasarkan hasil analisis uji skala luas, dari 24 item diperoleh validitas sangat tinggi 1 yaitu soal no 5 dengan  $r_{pbi}$  0,81, validitas tinggi sebanyak 12 pada no soal 1, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 20, 22, validitas sedang sebanyak 9 pada no soal 2, 7, 8, 9, 15, 18, 19, 21, 23, validitas rendah sebanyak 2 terdapat pada soal no 13 dan 24 dengan  $r_{pbi}$  masing-masing 0,39 dan 0,38. Sedangkan  $r_{pbi}$  rata-rata untuk jumlah subjek 70 adalah 0,64. Nilai minimum koefisien korelasi biserial titik yang dapat diterima untuk jumlah subjek 70 adalah 0,24 (Crocker & Algina, 1986). Dengan demikian secara keseluruhan item dinyatakan valid karena koefisien biserial titik untuk tiap-tiap item lebih besar dari nilai minimum koefisien biserial yang diterima yaitu 0,24. Reliabilitas soal diuji dengan Kuder Richardson 20 (KR20) menghasilkan tingkat reliabilitas sangat baik dengan nilai  $r = 0,94$

Analisis butir soal selanjutnya dengan menggunakan IRT dua parameter yaitu indeks kesukaran dan daya beda soal. Dari analisis diperoleh indeks kesukaran menunjukkan kategori hasil yang bervariasi antara mudah, dan sukar. Soal yang termasuk dalam kategori sukar sebanyak 14 terdapat pada nomor 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 17, 18, 23. Soal yang termasuk dalam kategori mudah terdapat pada nomor 1, 10, 12, 13, 16, 19, 20, 21, 22, dan 24. Hasil analisis tingkat kesukaran soal ini sesuai dengan pengelompokan Allain (2001). Sedangkan berdasarkan kriteria Ebel (Crocker & Algina, 1986) pada analisis daya beda soal memperoleh hasil 14 soal berfungsi sangat memuaskan (*quite satisfactorily*) yaitu terdapat pada soal nomor 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 17, 19, 20, dan 23 karena memiliki daya beda  $D \geq 0,40$ . Soal yang sedikit atau tanpa diperlukan revisi sebanyak 5 yaitu terdapat pada soal nomor 1, 10, 12, 16, dan 22 karena memiliki daya beda  $0,30 \leq D \leq 0,39$ . Butir soal marginal yang memerlukan revisi sebanyak 5 soal terdapat pada nomor 9, 13, 18, 21 dan 24 karena memiliki daya beda  $0,20 \leq D \leq 0,29$ .

Berdasarkan hasil jawaban siswa uji skala luas hasil tes representasi TCI yang memperoleh nilai diatas 98 sebanyak 2 orang dan yang kurang dari 13 sebanyak 4 orang. Siswa yang memperoleh hasil dibawah 75 lebih banyak daripada siswa yang memperoleh nilai diatas 75, hal ini disebabkan siswa tidak dapat menginterpretasikan grafik, diagram maupun gambar. Seperti tampak pada gambar 3.



Gb. 4. Persentase Jawaban Siswa Tiap-tiap Tema dan Representasi

Berdasarkan Gambar 3 persentase hasil jawaban siswa terendah adalah T2 representasi grafik yaitu 24,3 % dan T5 representasi gambar yaitu 22,9 %. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang memperoleh hasil 15% pada representasi grafik (Nieminen, 2010).

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI



## Kesimpulan

1. Telah berhasil dikembangkan instrumen tes representasi TCI (*Thermodynamic Concept Inventory*) memenuhi langkah – langkah model pengembangan R & D sebanyak 24 butir soal dan divalidasi oleh validator ahli serta validasi empirik melalui uji coba terbatas dan uji skala luas. Distribusi soal untuk masing-masing materi/tema adalah materi teori kinetik gas 9 soal, usaha pada termodinamika 6 soal, hukum I termodinamika, hukum II termodinamika 6 soal, mesin Carnot 3 soal, entropi 3 soal. Karakteristik butir soal instrumen tes representasi TCI yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid dan reliabel dengan koefisien biserial titik rata-rata 0,64, nilai reliabilitas soal 0,912. tingkat kesukaran rata-rata soal 0,55 dan daya pembeda soal rata-rata 0,54 sehingga siap untuk digunakan.
2. Tingkat konsistensi pemahaman konsep termodinamika siswa SMA dengan menggunakan tes representasi TCI pada konsistensi ilmiah dan konsistensi representasi tergolong rendah yaitu 24% dan 30%.

## Rekomendasi

1. Pengembangan instrumen tes representasi TCI ini terbatas pada hasil tingkat konsistensi pemahaman pada materi termodinamika, sehingga perlu dilakukan tindak lanjut dari penelitian ini.
2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dapat mengembangkan instrumen tes

yang berbasis representasi pada materi yang lain untuk melihat konsistensi dari materi yang benar-benar dipahami siswa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan Penuh keiklasan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak I Komang Werdhiana dan Marungkil Pasaribu yang telah begitu banyak memberi masukan dan bimbingan kepada penulis, sejak awal pembimbingan sampai penyusunan artikel ini untuk layak dipublikasikan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Ainsworth, S. E. 2006. DeFT: A Conceptual Framework for Considering Learning with Multiple Representations. *Learning and Instruction*, 16 , 183-198
- Allain, R. 2001. "Investigasi the Relationship Between Student Difficulties with the Concept of Electric Potential and the Concept of Rate Change". *Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University*.
- Aminudin, D. Sutiadi, A. Samsudin. 2013. *Profil Konsistensi Representasi dan Representasi Ilmiah Siswa SMP Pada Konsep Gerak* . WePFI Vol.1 No.3, Desember. Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia (UPI)
- Arikunto, S. 2005. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara
- Borg, W.R. & Gall, M.D. Gall. 1989. *Educational Research: An Introduction*, Fifth Edition. New York: Longman.
- Crocker, L. and Algina, J. (1986). *Introduction To classical and Modern Test Theory*, New York: CBS Colleg Publishing.

- Fernandes, HJX. 1984. *Evaluation of educational programs*. Jakarta: National Education Planning Evaluation and Curriculum Development.
- Gautreau, R. & Novembsky, L. 1997. Concepts first—A small group approach to physics learning. *American Journal of Physics* 65 (5), 418-428.
- Gray, G.L. Costanzo, F. Evans, D. Cornwell, P. Self, B. and Lane, J. 2005. The Dynamics Concept Inventory Assessment Test: A Progress Report and Some Results. *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition American Society for Engineering Education*
- Hestenes, D. Wells, M. and Swackhamer, G. 1992. Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, Vol. 30, 141-158
- Kohl, P.B. & Finkelstein, N.D. 2006. Representational Format, Student Choice, and Problem Solving in Physics. *Physics Education Research* Volume 790, Pages 121-124
- Nelson, M. A. 2007. *How to Create a Concept Inventory: The Thermal and Transport Concept Inventory*. Presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association Chicago, Illinois April 9-13,

- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. 2010. Force Concept Inventory based Multiple-choice Test for Investigating Students' Representational Consistency. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 6,020109.
- Sudijono, A. 2003. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Press.
- Tim Puslitjaknov. (2008). *Metode Penelitian Pengembangan*. Jakarta: Depdiknas.